Aus der konservierenden Abteilung des zahnärztlichen Institutes der Universität Berlin.
Direktor: Prof. Dr. Eugen Wannenmacher.

Die Veränderungen im Schmelz und Dentin unter Füllungen

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde an der

Friedrich Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Shanti B. Seth

aus Biswan (Brit.-Indien)

Tag der Promotion: 23. Oktober 1936.

Buchdruckerei Rudolph Pfau, Berlin NW 7, Luisenstraße 21.

492

Gedruckt mit Genehmigung
der
medizinischen Fakultät der Friedrich-Wilhelms-Universität Berlin

---

Dekan: Prof. Dr. Siebeck
Referent: Prof. Dr. Wannenmacher
Korreferent: Prof. Dr. Schröder

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Die Veränderungen im Schmelz und Dentin unter Füllungen.

Man kann das Füllen der kariös gewordenen Zähne nach der Beseitigung der kariösen Teile im weiteren Sinne „Heteroplastik" nennen. Wir wissen ja, daß das ausgebildete Zahnbein kein totes Gewebe mehr darstellt. Dagegen sind Füllungsmaterialien eine leblose Masse. Die Notwendigkeit, kariösen Zähnen durch Füllungen ihre natürliche Form zu geben, ist von altersher bekannt.

Da das durch Karies erkrankte Zahngewebe keine Regenerationskraft besitzt, so sind Zahnfüllungen nicht als Heilmittel, sondern als Ersatz für das erkrankte und verloren gegangene harte Zahngewebe zu betrachten. Die Füllungen haben nicht nur kosmetische und mechanische Funktionen zu erfüllen, sondern sie wirken auch prophylaktisch. Der Aufbau des Schmelzes und Dentins im Gegensatz zum Knochen erlaubt es, daß wir diese „Heteroplastik" mit gutem Erfolg ausüben können. Ein Fremdkörper im Knochen führt zu Reizerscheinungen; es tritt rundherum Resorption ein. Im Dentin und Schmelz, wo wir nicht mit einem richtig ausgeprägten Lymph- und Gefäß-System in Konflikt kommen, bleiben solche Reaktionen aus.*)

Dieser Erfolg der „Heteroplastik" und das Fehlen der Regenerationskraft des harten Zahngewebes führte manche alte Autoren (wie Black) zu der Behauptung, daß Dentin und Schmelz, wenn sie sich einmal gebildet haben, sich nicht mehr durch physiologische Vorgänge verändern. Von dieser Ansicht ist man jetzt allgemein abgekommen; denn wir wissen auf Grund mikroskopischer Untersuchungen von Meyer, Walkhoff u. a., daß Veränderungen im Dentin bei Karies infolge der Vitalität des Zahnes auftreten. Pflüger schreibt: „Die vitalen Vorgänge im Zahnbein spielen sich während seiner ganzen Lebenszeit ab. Das beweist seine ständige Dickenzunahme von der Pulpa her, ferner die durch Vermehrung der Grundsubstanz bewirkte Verengung der Dentinkanälchen mit

*) F. W. Boedecker u. a. haben allerdings durch ihre Untersuchungen festgestellt, daß im Dentin eine Lymphzirkulation stattfindet, die dem Stoffwechsel dient. Diese ist jedoch nicht so ausgeprägt wie beim Knochen.

zunehmendem Alter." Der Streit über das Leben im Schmelz geht weiter. Walkhoff, Hopewell-Smith u. a. betrachten Schmelz als ein totes, lebloses Gebilde. Andere Autoren dagegen konnten nicht nur organische Substanz im Schmelz nachweisen, sondern sie stellten auch einen gewissen Stoffwechsel, wenn auch in geringem Maße, vom Dentin aus fest. Howe hat nämlich bei an Blei vergifteten Menschen und Tieren, die mit Bleiacetat gefüttert worden waren, mittels Spektroskop Blei in den Zähnen nachgewiesen. Er konnte sogar durch mikroskopische Untersuchungen mittels Ammonium-Sulfid-Probe Spuren von Blei in den Zahnbeinkanälchen, in den Interglobularräumen und in einem Falle sogar über die Schmelz-Dentin-Grenze hinaus feststellen. Wir haben also die harten Zahnsubstanzen als lebendes Gewebe zu betrachten.

Mit der Frage, welchen Veränderungen das Zahnbein unter den Füllungen ausgesetzt ist, hatten sich schon Adolf Witzel, C. F. W. Bödecker, G. V. Black, F. W. Bödecker-Applebaum und F. Heuser beschäftigt.

Adolf Witzel hat im letzten Jahrhundert die Veränderungen unter den Amalgamfüllungen beobachtet und systematisch an polierten Schliffpräparaten mikroskopisch untersucht. In seinem Lebenswerk „Das Füllen der Zähne mit Amalgam" hat er ein besonderes Kapitel nebst zahlreichen Abbildungen und Mikrophotogrammen der „Farbenveränderung der Zähne nach dem Füllen mit Amalgam" gewidmet. Witzel begründet den mangelhaften Anschluß der damaligen Gold- und Silberamalgame

1. „durch molekulare Veränderungen während und noch lange Zeit nach dem Erhärten",
2. „durch mangelhafte Mischung der Metallfeilungen mit Quecksilber und mangelhaftes Kondensieren der Amalgame",
3. „durch fehlerhafte Präparation der Zahnhöhlen" und
4. „durch ungenügendes Finieren der Amalgamfüllungen".

Die wirkliche Verfärbung der Zahnsubstanz soll nach Witzel entweder durch flüssige, in die Dentinkanälchen hineingepreßte Amalgamteilchen oder durch Bildung von Metallsalzen und Schwefelmetallen hervorgerufen werden. Dieses konnte er an Schliffpräparaten beweisen. Er fand, daß kleine Amalgamteilchen in die Zahnbeinkanälchen hineingepreßt waren. Bei lebendigen Zähnen waren diese hineingepreßten Amalgamteilchen allerdings nur in ganz ge-

ringer Menge sichtbar. Der Hauptgrund der Verfärbung unter den Amalgamfüllungen soll in der Formveränderung (Kontraktion) der Amalgame liegen. Durch Kontraktion wird die Füllung von der Kavität abgelöst, und durch den dadurch entstehenden Spalt dringt Schwefelwasserstoff ein, der unter Bildung von Schwefelmetallen und Metallsalzen eine Verfärbung der Kavitätenwand hervorruft. Besonders ausgeprägt waren die grüngrauen Verfärbungen unter Kupferamalgam-Füllungen, die sich scharf abgegrenzt kegelförmig bis zur Pulpa hinstreckten. Witzel beobachtete, daß Verfärbungen nicht immer mit Kariesrezidiv zusammen aufzutreten brauchen. Die Füllungen können „absolut dicht schließend" scheinen, jedoch Schwefelwasserstoff enthaltende Flüssigkeit durchlassen.

Im ersten Band seines Buches über „Konservierende Zahnheilkunde" schreibt Black auch ein Kapitel über „Die Behandlung der Zahnkaries durch Füllungen". Sowohl Black als auch Witzel haben erkannt, wie wichtig ein wasserdichter Randschluß zur Vermeidung von Sekundärkaries ist. Es ist das Hauptverdienst von Black, festgestellt zu haben, daß die Füllungsränder schwache Punkte für das Eindringen von Bakterien und Säuren sind. Aus diesem Grunde forderte er, die Füllungsränder auf habituell saubere Zonen zu verlegen, die möglichst unempfänglich für Karies sind. Seine damit aufgestellte These „Extension for Prevention" hat berechtigterweise Anerkennung gefunden.

Ch. F. W. Bödecker hat einen Abschnitt seines Lehrbuches über „Die Reaktion des Dentins auf Füllungen" geschrieben. Im wesentlichen bestätigen seine Untersuchungen Witzels Ansichten. Er fand nämlich auch eine Verfärbung bei Amalgamfüllungen durch Silber- oder Quecksilbersulfid. Er stellte eine Verödung der Dentinkanälchen unterhalb des Füllmaterials fest.

C. F. Bödecker und E. Applebaum haben auch eine Arbeit über die Einwirkung von Füllmaterial auf Zähne geschrieben. Die beiden amerikanischen Autoren konnten durch mikroskopische und röntgenologische Untersuchungen Veränderungen nach Legen von Füllungen in Pulpa und Zahnbein feststellen. Sie schließen sich der Ansicht von Black und Fisch an, daß die Zahnbeinkanälchen im Falle irgendwelcher äußerer Reize wie Abrasion und Irritation von dem Pulpakanal aus impermeabel werden. Es sind Reizdentinbildungen regelmäßig beobachtet worden. Bödecker und Applebaum illustrieren diese durch Mikrophotogramme. Silbernitratfärbung wird als Nachweis dafür benutzt. Sie konnten deutlich

sehen, daß die Silbernitratlösung, die in das Pulpenkavum eingebracht wurde, in die Dentinkanälchen diffundierte. Dabei blieb die Zone unter der abradierten Stelle frei. Bödecker und Applebaum sind der Meinung, daß die kleinste Füllung, sobald sie mit dem Zahnbein in Berührung kommt, eine krankhafte Veränderung in diesem Gewebe hervorrufe.

F. Heuser hat sich auch mit der Frage der Veränderungen des Dentins unter Füllungen befaßt. Er untersuchte 45 Zahnschliffe mit rund 50 Füllungen. Bei seinen Untersuchungen wie auch bei meinen bildeten Amalgam- und Silikatfüllungen den Hauptanteil. Im Gegensatz zu Ch. F. W. Bödecker, Witzel, Black, F. W. Bödecker und Applebaum hatte er keine Metallteilchen in den Zahnbeinkanälchen gesehen. Unter dem Phosphatzement und dem Silikatzement konnte er keine Veränderung des Zahnbeins wahrnehmen. In den Dentinkanälchen soll auf Füllmaterial keine Veränderung eintreten. Erweiterung oder Verengung derselben konnte Heuser nicht feststellen. Es heißt also, daß „unsere heutigen Füllmassen keine Veränderungen auf das sie umgebende Zahnbein ausüben. Untersucht wurde das Zahnbein unter Gold- oder Silberamalgam, unter Phosphat- und Silikatzement und auch unter Goldfüllungen. Dabei kommt es weder zu Verfärbungen des Dentins durch Einlagerung von Füllmaterial, das sich in den Dentinkanälchen ablagern soll, — verschiedene Autoren beschreiben es im Anschluß an Amalgamfüllungen — noch zu Verfärbungen durch Farbstoffe. Auch sind Reaktionen wie Verödung und Schrumpfungen von Zahnbeinröhrchen nicht festzustellen. Ebenso wie die Dentinkanälchen zeigt auch die Zahnbein-Grundsubstanz keine Veränderung."

Eigene Untersuchungen.

Ich habe mir die Aufgabe gestellt, die Ergebnisse der bisher besprochenen Autoren zu prüfen und durch meine eigenen Versuche zu vervollständigen. Bevor ich zur Betrachtung meiner mikroskopischen Präparate übergehe, möchte ich kurz einen Ueberblick über die Histologie und den chemischen Aufbau des Schmelzes und Dentins geben, um die Veränderungen unter Füllungen besser darstellen zu können.

Der Schmelz besteht aus Schmelzprismen, die fest miteinander durch eine besondere Kittsubstanz verbunden sind

und im allgemeinen radiäre Richtung haben. Die Härte des Schmelzes entspricht ungefähr der des Topas; es gibt im Organismus keine Substanz, die annähernd einen derartigen Härtegrad aufweisen kann. Der Schmelz besteht ungefähr zu 96—98% aus anorganischer Substanz (phosphorsaurer Kalk, kohlensaurer Kalk etc.), während der Rest von 2—4% organischer Natur ist. Der Schmelz umgibt die Krone wie eine Schutzkappe. Beim Durchbruch des Zahnes ist er von dem Schmelzoberhäutchen vollständig bedeckt.

Das Zahnbein macht die Hauptmasse des Zahnes aus. Normalerweise liegt es nirgends frei. Es ist an der Krone vom Schmelz, an der Wurzel vom Zement bedeckt. An Härte übertrifft das Zahnbein den Knochen, doch ist es nicht so hart wie der Schmelz. Das Zahnbein besteht chemisch aus ungefähr 72% anorganischer und 28% organischer Substanz. In seinem feineren Aufbau zeigt das Dentin eine homogene Grundsubstanz und Kanälchen, die von der Pulpa aus radiär leicht s-förmig bis zum Schmelz durchziehen und an lebenden Zähnen die Odontoblastenfortsätze enthalten. An der Schmelzdentingrenze sind Interglobularräume zu sehen. Die Einzelheiten des feineren Baues des Schmelzes und Dentins zu beschreiben, würde das Thema zu weit ausdehnen.

Wir sehen also, daß die Struktur des Zahnbeins und des Schmelzes ganz anders ist als bei anderen Teilen des Körpers. Die klinischen Entzündungserscheinungen, — rubor, tumor, kalor, dolor — die im weichen Gewebe des menschlichen Organismus durch mechanische, thermische, chemische und bakteriell-toxische Ursachen entstehen, werden hier nicht zu sehen sein. Im Schmelz, wo die organische Substanz nur einen geringen Prozentsatz ausmacht und Meinungsverschiedenheit über die Struktur und das Vorhandensein von Stoffwechselvorgängen besteht, sind keine vorherrschenden Veränderungen unter Füllungen zu erwarten. Dagegen werden im Zahnbein, das von allen Autoren als Vitalgewebe angenommen wird, Veränderungen unter Füllungen zu sehen sein.

Ich untersuchte 70 mit Füllungen versehene Zähne, unter denen sich vitale und tote Zähne befanden. Wie F. Heuser konnte ich nicht feststellen, wann und wo die Füllungen gelegt worden waren.

Zur Anfertigung der Schliffpräparate verwandte ich folgende Technik:

Die Zähne wurden nach der Extraktion in 10%iger Formalinlösung aufbewahrt. Danach wurden sie 24 Stunden gewässert und getrocknet. Nach der makroskopischen Inspektion der Zähne wurde

ein Röntgenbild von ihnen angefertigt, um die Veränderungen in der harten Zahnsubstanz unter den Füllungen zu beobachten. Bei großen Füllungen wurden die Zähne in der Längsachse durch die Füllung mit der Diamantscheibe in zwei Teile geschnitten, von denen der eine Teil für auffallendes Licht, der andere für durchfallendes Licht präpariert wurde. Bei kleinen Füllungen wurde von dieser Teilung abgesehen und nur ein Dünn- o d e r Dickschliff angefertigt. Bei Dünnschliffen fielen die Füllungen leicht heraus. Um das Ausfallen zu vermeiden, wurden diese zuerst auf der einen Seite geschliffen und poliert und nach Fixation mit „Kollolith" auf einem reinen Objektträger auf der Gegenseite weiter unter dem Wasserstrahl geschliffen. Die Erschütterung, die ein Herausschlagen der Füllung bedingte, wurde dadurch ausgeschaltet, daß ich zum Schluß die Präparate mit der Hand polierte. Bei lockeren Füllungen, die keinen festen Halt am Zahn besaßen, wurde von Anfang an von dünnen Schliffen abgesehen.

Mein Untersuchungsmaterial bestand hauptsächlich aus Amalgam- und Silikatfüllungen.

Insgesamt standen mir 84 Zahnschliffe zur Verfügung. Davon waren 32 Dünnschliffe für die mikroskopische Untersuchung mit durchfallendem Licht und 52 Dickschliffe für auffallendes Licht vorhanden. Einige Präparate wiesen in ein und demselben Zahn zwei Füllungen gleichen oder verschiedenen Materials auf, z. B. Schliffe mit Amalgam- und Zementfüllungen. Das Material verteilte sich zahlenmäßig folgendermaßen:

Silber-Zinnamalgame	48 (Dick- und Dünnschliffe zusammen)
Kupferamalgame	5 (Dick- und Dünnschliffe zusammen)
Silikate	19 (Dick- und Dünnschliffe zusammen)
Steinzemente	5 (Dick- und Dünnschliffe zusammen)
Phosphatzemente	4 (Dick- und Dünnschliffe zusammen)
Goldklopf-Füllungen	3 (Dick- und Dünnschliffe zusammen)

B ö d e c k e r und A p p l e b a u m stellten in ihren etwa 2 mm dicken Schliffpräparaten im Röntgenbild (im positiven) eine „radiopaque" (eine Strahlen undurchlässigere) Zone fest. Diese Erscheinungen erklärten sie mit einer Diffusion der Salze von der Zementunterlage aus oder als einen Speichelsalzniederschlag in die Dentinröhrchen. Sie geben aber zu, daß diese Verdichtung des Dentins durch Zement nicht immer erfolgt. Dabei sollen bis jetzt nicht bekannte Faktoren eine Rolle spielen. Die Röntgenbilder von meinem Unter-

suchungsmaterial zeigten keine befriedigenden Ergebnisse in dieser Art. Das Fehlen dieser Erscheinungen an meinen Röntgenbildern könnte man damit erklären, daß ich keine feinen Schliffpräparate (2 mm dick) wie Applebaum und Bödecker aufnahm, sondern die Zähne mit ihren Füllungen als Ganzes röntgte, wodurch die feine Differenzierung des harten Zahngewebes ausblieb. Auf diese Weise aber konnte ich mich über die Pulpaverhältnisse, d. h. ob ein Zahn devitalisiert war oder nicht, oder ob eine Wurzelfüllung vorhanden war, orientieren. Des weiteren stellte ich das Vorhandensein der Sekundärkaries und der Füllungsunterlage fest. Die makroskopische Betrachtung zeigte, wie mangelhaft häufig die Füllungen ausgeführt worden waren. Schlechter Randschluß, unpolierte und überstehende Füllungen waren bei Amalgamen erschreckend häufig zu sehen. Daneben konnte man Kariesrezidive und sekundäre Randkaries beobachten, hauptsächlich bei Silikatfüllungen. Sehr wenige Amalgamfüllungen werden lege artis ausgeführt. Der amerikanische Autor Herper schiebt die Schuld an der mangelhaften Ausführung von Amalgamfüllungen mehr dem Operateur als dem Material zu. Er konnte feststellen, daß ungefähr 90% aller Amalgamfüllungen nicht „korrekt" ausgeführt sind. Zweifellos spielt für eine dauerhafte und unschädliche Amalgamfüllung die Geschicklichkeit des Operateurs eine Hauptrolle. Unzureichende Kavitätenpräparation, falsche Mischung von Feilung und Quecksilber sowie schlechte Kondensierung* führen zu undichten Füllungen. Sekundäre Randkaries und Kariesrezidive sind die Folge davon. Dem Polieren der Amalgamfüllung ist schon der Haltbarkeit und des Aussehens wegen ein Hauptaugenmerk zu schenken. Die Kavitätenpräparation nach Black ist nach wie vor grundlegend. Wenn eine Kavität mangelhaft präpariert ist, d. h. Bakterienmasse zurückgeblieben ist, so daß eine weitere Infektionsquelle besteht, kann selbst die beste Füllung den Zahn nicht retten. Von außen sieht man einen schönen Randschluß; unter der Füllung aber geht der kariöse Prozeß weiter, so daß es zum Pulpentod kommt.

Durch Röntgenbilder konnte ich feststellen, daß in den meisten Fällen bei devitalisierten Zähnen keine Wurzelfüllung durchgeführt wurde.

*) Bei Edelamalgamfüllungen konnte ich wabenartige Struktur im Schliffe beobachten. Diese Erscheinung ist sicher auf schlechte Kondensierung zurückzuführen.

Bei Silikatfüllungen fand ich, daß sie meistens ausgewaschen oder verfärbt waren. In zwei Fällen waren sie sogar geschrumpft. Dieser Mangel ist wohl einem falschen Mischungsverhältnis zwischen Pulver und Flüssigkeit oder mangelhafter Einführungstechnik zuzuschreiben. Besonders unter Silikatfüllungen habe ich häufig Kariesrezidive beobachtet.

Unter den drei Goldklopffüllungen, die mir zur Verfügung standen, konnte ich auch mikroskopisch keine Veränderungen in der harten Zahnmasse feststellen. Dieses Ergebnis ist wohl dem guten Randschluß, den man leicht durch Polieren der Goldklopffüllung erreichen kann, zu verdanken.

Gußfüllungen fehlten mir zur Untersuchung. Sie sollen aber, wie Boedecker und Applebaum berichten, keine Veränderungen im Dentin hervorrufen. Die beiden Autoren sind der Ansicht, daß diese unschädliche Wirkung des Inlays auf die Zementunterlage zurückzuführen sei. Die klinischen Untersuchungen zeigen zweifellos, daß Gußfüllungen neben den Goldklopffüllungen den zuverlässigsten und haltbarsten Ersatz für die verloren gegangene harte Zahnmasse ergeben.

Unter den Steinzement- und Phosphatzementfüllungen konnte ich keine besondere Veränderung des Dentins wahrnehmen. Dagegen verfärbten sich unter Kupferamalgamfüllungen nicht nur Dentinkanälchen und Schmelz, sondern auch die Dentingrundsubstanz. Die Veränderungen unter Füllungen im harten Zahngewebe können auf folgende Ursachen zurückzuführen sein:

1. Diffusion der Füllungsmaterialien oder daraus entstehender Salze im Schmelz und Dentin.
2. Reaktion der harten Zahngewebe, besonders des Dentins auf Füllungsmaterialien wegen der Vitalitätsvorgänge bei lebenden Zähnen.
3. Reaktion der Pulpa auf Füllungsmaterialien und auf traumatische Insulte (bei Kavitätenpräparation).
4. Vitale Reaktion des Dentins, die durch Karies hervorgerufen wird oder wurde.

Zu 1. Es ist wohl bekannt, daß sich oft die Zähne mit abgestorbener Pulpa infolge der Infiltration von Hämoglobin in die Zahnbeinkanälchen verfärben. Das Diffundieren von Medikamenten und Giften (Arsen) durch Zahnbein ist uns geläufig. Wir wissen auch,

daß die „Stoffwechselvorgänge“ im Schmelz durch Diffusion zu erklären sind. Die Untersuchungen von Howe und anderen zeigen deutlich, daß von der Pulpahöhle aus Farbe in die Dentinkanälchen hineindiffundieren kann. Radosevic faßt seine experimentellen Untersuchungen und klinischen Beobachtungen zusammen und schreibt: „Der Zahn ist unzweifelhaft eine semipermeable Membran. Nun findet sich auf der einen Seite derselben eine verdünnte Lösung von bestimmter Konzentration, d. h. das Blut, auf der anderen Seite aber eine verdünnte Lösung, d. h. der Speichel, dessen Dampfdruck sich rhythmisch ändert, oder die Luft; und da der Zahn eine semipermeable Membran ist, so kann man den mechanischen Teil des Stoffwechsels im Zahn auf dasselbe Prinzip zurückführen, auf welchem auch die osmotische Erscheinung beruht. Aus dem Grunde ist es wohl berechtigt, vom Grundprinzip des Stoffwechsels zu sprechen, und zwar: Der Stoffwechsel in Zähnen spielt sich auf dem Prinzip der Osmose ab.“

Wir sehen also, daß die Möglichkeit des Hineindiffundierens der Füllungsmaterialien stets gegeben ist. Unter Kupferamalgam, wie schon vorher berichtet, habe ich im durchfallenden sowie im auffallenden Licht Verfärbungen im Schmelz, Dentin und dessen Grundsubstanz gesehen. Diese Verfärbungen sind, wie Witzel festgestellt hat, durch Diffundieren der Metallsalze und Schwefelmetalle zu erklären. Wir haben unter Edelamalgamen selten solche Verfärbungen gesehen. Die braunschwarze Verfärbung unter manchen Füllungen war auf Kariesrezidiv und sekundäre Randkaries zurückzuführen. Auf die Frage, ob Amalgamteilchen in Dentilkanäle hineingepreßt werden können, muß ich mich Witzel, Applebaum und Boedecker gegen Heuser anschließen. Wir haben allgemein bei Edelamalgam keine Verfärbung, jedoch hineingepreßte Amalgamteilchen, was besonders an toten Zähnen deutlich zu sehen war. Heuser bestreitet dieses Vorkommen und schreibt u. a.: „Da das von Witzel geschilderte Eindringen meist nur Bruchteile eines Millimeters betragen haben soll, so liegt die Wahrscheinlichkeit nahe, daß es sich bei seinen Beobachtungen um die soeben geschilderten Lichtbrechungserscheinungen gehandelt haben wird. Ferner kann durch den bei der Herstellung der Schliffe entstehenden Schleifstaub eine Einlagerung vorgetäuscht werden.“ Diese Erklärung ist meines Erachtens nicht richtig; denn wir hätten bei Goldklopffüllungen auch solchen Schleifstaub sehen müssen. Diesen haben wir in den Dentilkanäl-

chen unter Goldklopffüllungen nicht gesehen. Um eine optische Täuschung konnte es sich auch nicht handeln; denn unsere Präparate werden doppelt kontrolliert, und zwar in auf- und durchfallendem Licht.

Zu 2. und 3. Die Punkte 2 und 3 sind untrennbar; denn Schmelz und Zahnbein haben ihre Vitalität der lebenden Pulpa zu verdanken.

Es ist ein ganz normaler Vorgang, daß die Pulpa sich von Jahr zu Jahr verkleinert und, solange ein Zahn keinem äußeren Insult wie Karies, Trauma, Füllungen, chemischen und thermischen Reizen etc. ausgesetzt ist, die Zahnbeinbildung durch eine große Gleichmäßigkeit sich auszeichnet. Sobald aber den Zahn geringere oder stärkere Reize treffen, ändern sich die Dinge sofort. Es kommt zu einer sog. sekundären oder Reizdentinbildung, welche als Schutzmittel sowohl gegen thermische und chemische Einflüsse als auch gegen Bakterieninvasion aufgefaßt werden kann. Nach Hopewell-Smith ist sekundäres Dentin die Folge starker Abkauung. Sie unterscheiden im Gegensatz zu Euler-Meyer adventitielles Dentin, das infolge des Reizes bakterieller Einflüsse (Schmelzkaries) von dem Zahnmark bezw. den Odontoblasten ausgebildet wird. Diese Reizdentinbildung ist, wie oben erwähnt, auch von chemischen Einflüssen abhängig. Viele Autoren streben die Ausnutzung der Reizdentinbildung an. Sie empfehlen wiederholte und gründliche Desinfektion der Zahnhöhle mit Eugenol-Jodoform bei tiefen Kavitäten, wo alles infizierte Dentin unmöglich entfernt werden kann, ohne die Pulpa freizulegen. Durch milde chemische Reize soll nicht nur die Kavität bakterienarm gemacht, sondern gleichzeitig Reizdentin gebildet werden. Leider können wir dieser Reaktion seitens der Odontoblasten nicht immer vorbeugen. Da soll der Zustand, in dem sich die Odontoblasten befinden, eine große Rolle spielen.

Die Frage, wie die Zahnfüllungsmittel auf die Zahnpulpa wirken, hat Deszo Hattyasy durch seine Versuche mit Amalgamen und Silikaten an lebenden Zähnen von Hunden zu erklären versucht. Er fand, daß die Amalgamfüllungen auf die Odontoblasten einen Reiz ausüben. Dieser Reiz führt im Laufe der Zeit zu neuer Dentinbildung, natürlich nur im Bereiche der „gereizten" Odontoblasten. Das Leben der Pulpa soll im Falle der Amalgamfüllung nicht gefährdet werden. Unter Phosphat- und Silikatfüllungen fand Hattyasy oft, daß die Pulpa besonders bei tiefen Kavitäten total oder partiell abgestorben war. Die Odonto-

blasten erzeugten kein neues Dentin; sie waren reticulär-atrophisch verändert.

Bei allen meinen Fällen habe ich stets Veränderungen unter Silikatfüllungen gesehen. Ich werde über diese Veränderungen später berichten.

Zu 4. Bei Karies findet, wie Euler-Meyer, Weber, u. a. angeben, eine hochgradige Verfettung in den Odontoblasten-Fortsätzen auf Grund von Stoffwechselstörung statt. Diese sog. Transparenz-Zone erscheint in Schliffen intensiv dunkel. Es bleibt aber nicht nur bei der Transparenz-Zone, sondern es kommt zu einer lebhaften Kalkablagerung in den Zahnbeinkanälchen. Das sog. transparente Dentin wird gebildet. Die Deutung: „von der Natur wird hier in sinnreichster Weise dem Vordringen der Bakterien ein Wall entgegengesetzt" erscheint sehr treffend. Euler-Meyer u. a. weisen diese transparente Dentinbildung einer Stoffwechselstörung zu. Bei normalem Stoffwechsel werden die Ablagerungen und Niederschläge von Kalksalzen gehemmt. Durch den Einfluß der Bakterientoxine wird der Stoffwechsel gestört. Die Hemmungen für die Niederschlagbildung von Kalksalzen werden aufgehoben. Diese vollständige Obliteration der Dentinkanälchen kommt natürlich nicht schlagartig auf einmal zustande. Wir haben hier, wie Furrer angibt, drei Zonen zu unterscheiden, und zwar vom Zahnmark ausgehend:

1. Zone der „vitalen Reaktion", d. h. der Anfang der Kalkausscheidung (körnige Verkalkung nach Euler-Meyer).
2. Zone der Transparenz, diejenige des stärksten Kalkniederschlages (homogene Verkalkung nach Euler-Meyer).
3. Zone der Trübung, die Zone partieller Entkalkung, die durch die Säurewirkung der Acido-Bakterien entsteht.

Mummery erwähnt, daß auch im Schmelz „translucent zones" entsprechend dem transparenten Dentin in der Umgebung von Karies auftreten. Diese „translucent zones" sind genau wie die transparenten Zonen im Dentin besser verkalkt als die Umgebung. Es ist anzunehmen, daß in diesen Partien auch die organische Substanz mit Kalksalzen imprägniert wurde. Mummery betrachtet den Vorgang als Schutz gegen die ersten Angriffe der Karies. Vom Dentin wissen wir, daß eine fettige Degeneration der Kalkablagerung vorhergeht. Ob sich im Schmelz der Vorgang in derselben

Weise abspielt oder ob eine direkte Verkalkung eintritt, ist unbekannt.

Wir sehen also, daß die Veränderungen im Zahnbein unter Füllungen nicht nur auf Füllungsmaterialien, sondern auch auf eine schon früher bestandene Karies zurückgeführt werden können. Es ist nicht immer leicht festzustellen, ob die Veränderungen im Dentin wegen Karies entstanden sind oder durch Füllungen verursacht wurden. Allgemein ist es so, daß eine Füllung bei einem von Karies befallenen Zahn gelegt wird.* Wie schon früher berichtet, gelingt es nicht immer, die ganze veränderte Dentinmasse zu entfernen. Bei tiefen Kavitäten ist das auch nicht immer im Interesse der Pulpa möglich. Die weiche Masse wird sorgfältg entfernt, bis man mit der Sonde wenn auch verfärbtes, so doch hartes Zahnbein fühlt. Die Frage, ob die Silikatfüllungen eine schädliche Wirkung auf die Pulpa und das Zahnbein ausüben, wird sehr bestritten. Nach Wannenmacher sind Silikatzemente als „Schmerzenskind" der Zahnheilkunde zu betrachten. Silikatzemente ohne isolierende Zwischenschicht werden von fast allen Autoren als Kunstfehler betrachtet. Die Möglichkeit der Schädigung ist bei jeder Silikatfüllung gegeben. In vielen Fällen kommt es zu Pulpanekrose, die zu Erkrankungen des apicalen Paradentiums und zu Oralsepsis führen kann. G. Fischer warnt selbst vor kleinsten Silikatfüllungen, die ohne Isolierschicht in der Kavität eingebracht werden. Er meint, daß Silikatfüllungen die Pulpagewebe besonders durch chemische Giftwirkung schädigen, vor allem durch dauernde Abgabe saurer Salze, die meistens mit dem zurückgebliebenen Gift des infizierten Zahnbeingewebes kombiniert werden. Sehr zutreffend bemerkt G. Fischer, daß auch die widerstandsfähige Pulpa sich nicht bewähren kann, wenn zu dem Angriff der eingedrungenen Bakterien noch eine dauernde chemische Giftquelle hinzutritt.

Roger Dulfos sieht die Schädlichkeit der Silikatzemente im Gegensatz zu den Phosphatzementen in der langsamen Abbindung der freien Orthophosphorsäure. Er glaubt, das Problem des Pulpaschutzes durch sein Präparat „Antac", das freie Säure neutralisiert, gelöst zu haben.

Chrowell bezweifelt die Säuretheorie und sieht den Grund in dem zu großen Druck, der durch Einführung des Silikatzementes

*) Bei Brückenarbeiten machen wir ab und zu Füllungen als Verankerungen in intakten Zähnen.

auf die dünne Zahnbeinwand, welche das Zahnmark schützt, ausgeübt wird. Chrowell empfiehlt eine Unterlage von Zinkoxydphosphatzement.

Jacques Filderman hält für am logischsten die von Lesieur aufgestellte Hypothese, wodurch das „Acid-fluorhydric" (Fluorwasserstoff), das sich bei Gegenwart von Fluor bildet, welches man in beträchtlicher Quantität unter den Bestandteilen des transluziden Zementes findet, die Schuld an dem Absterben der Pulpa hat. Da die Flüssigkeit der Silikatzemente nur 48% Acid. Phosphoric. enthält, diejenige der Phosphatzemente dagegen über 60% und trotzdem letztere das Leben der Pulpa nicht ernsthaft gefährden, muß nach Filderman die genannte Säure als Schädigungsursache der Pulpa ausscheiden.

Manche Autoren suchen den Grund für das Absterben der Pulpa unter Silikatfüllung in dem Zurückbleiben der Kariesbakterien, die nach Legen der Füllung weiter fortschreiten.

Es scheint mir so, daß zuerst, wie Fischer angibt, die Dentinkanälchen direkt unterhalb der Füllungen durch freie Säure entkalkt werden. Auf Grund dieses entkalkten Dentins sollen die zurückgebliebenen Bakterien* im organischen Gerüst der Dentinkanälchen einen Nährboden finden, um sich weiter vermehren zu können. Die von mir beobachtete Erweiterung der Dentinkanälchen und das beobachtete Kariesrezidiv sind auf diese Ursache zurückzuführen. Wie schon früher berichtet, konnte ich in fast allen Fällen Veränderungen — eine hellgelbe wolkige Zone im Dentin unter den Silikatfüllungen feststellen. Diese Erscheinung habe ich in Dünn- wie auch in Dickschliffen beobachtet. Ich kann sie nicht dem Zufall zuschreiben; denn ich habe die Erscheinung fast bei allen Si-Zement-Schliffen gesehen. Mein Untersuchungsmaterial von 19 Schliffen ist von ungefähr 15 Zähnen angefertigt worden, was keine unbeachtliche Anzahl ist. Die hellgelbe wolkige Zone kann man nicht mit Karies in Zusammenhang bringen; denn wir haben Kariesrezidive wohl auch unter Amalgamfüllungen gesehen, jedoch war die hellgelbe wolkige Zone unter der Füllung nicht zu sehen. Diese Zone muß also mit den Si-Zementen in Zusammenhang stehen. Wir können aber leider nicht mit Bestimmtheit diese Erscheinung er-

*) Bei Frontzähnen, wo das Dentin sehr empfindlich ist, ist es leicht möglich, daß etwas infiziertes, jedoch hartes Dentin zurückgelassen wird.

klären. Dazu sind unsere Kenntnisse über die Chemie der Silikate noch nicht vollständig genug.

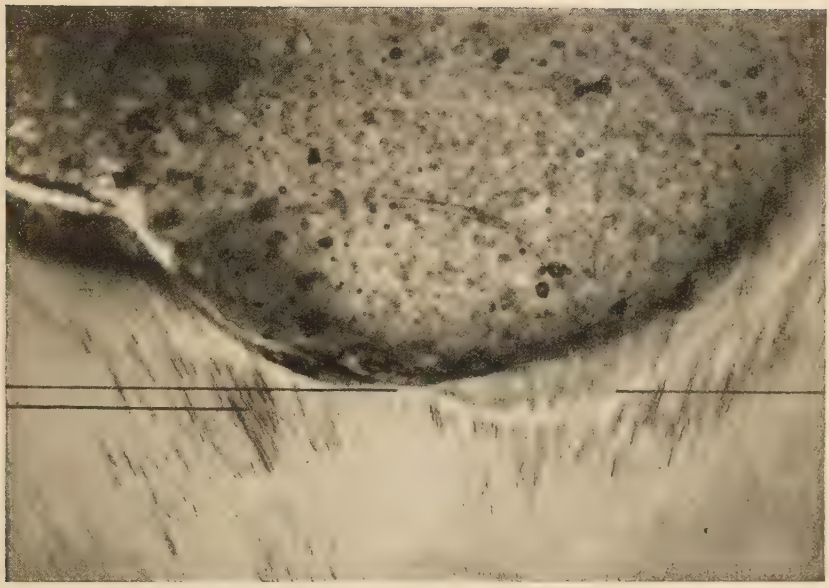
Das nebenstehende Bild stellt ein Mikrophotogramm von einem mit Silikatzement versehenen Dünnschliff dar. Der Schliff ist von einem oberen seitlichen Schneidezahn angefertigt. Makroskopische Untersuchungen ergaben, daß die Füllung intakt und die Füllungsränder ganz normal waren. Nur die Oberfläche der Silikatfüllung war ein wenig abgewaschen. Zirka 1,5 mm unter der Füllung cervicalwärts konnte man einen kleinen Kariesherd sehen. Dieser hat jedoch mit der Füllung nichts zu tun. In dem Röntgenbild konnte man dieses auch sehen. Beim Schleifen wurde diese Feststellung bestätigt.

Bei „C" haben wir eine hellgelbe wolkige Zone, die in der Abbildung als ein weißer Streifen zu sehen ist. Wie diese Zone zustande kommt, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen. Entweder handelt es sich um die Vitalreaktion gegen eingedrungene Säuren und Bakterien-Toxine, oder es kommt zu einer rein chemischen Niederschlagbildung. Ich muß hier gleich zugeben, daß in den meisten von mir untersuchten Schliffen die Phosphatzement-Unterlage fehlte.

Heuser's Ansicht, daß die Dentinkanälchen unter Silikatfüllung glatt enden und keine Veränderung erleiden, muß ich widersprechen. Wir haben regelmäßig Verödung der Dentinkanälchen und Erweiterung derselben festgestellt, was auf dem Bilde deutlich zu sehen ist. Der Grund für die Verfärbung der Silikatfüllung selbst ist in Verunreinigung der Silikate während des Mischens und Uebertragens (durch Metallspatel und -Instrumente) zu suchen.

Zusammengefaßt läßt sich sagen, daß die Veränderungen unter den Füllungen folgender Art sind:

1. Verfärbung
2. Sek. Randkaries und Kariesrezidive
3. Veränderungen in den Dentinkanälchen:
   a) Erweiterung
   b) Verfettung
   c) Verkalkung
   d) Amalgamteilchen in Dentinkanälen
4. Sekundärdentinbildung.



Vergr. 60 fach.

Silikat-Schliffpräparat in der Durchsicht.

a) Silikatmasse
b) Dunkelgefärbte Dentinkanälchen (Verfettung)
c) Hellgelbe wolkige Zone
d) Erweiterte Dentinkanälchen
e) Kariesrezidiv

Verfärbung:

Eine Verfärbung von Zähnen kann aus exogenen oder endogenen Gründen (Pulpagangrän) hervorgerufen werden. Uns interessieren hauptsächlich die exogenen Gründe. Dazu gehören Dekoloration nach Wurzelbehandlung mit ammoniakalischer Silbernitratlösung, Trypaflavin, ätherische Oele usw. Die Verfärbung des Schmelzes und des Dentins unter Cu-Amalgamfüllung ist allgemein bekannt. Die Verfärbungen unter Silikat- und Phosphatfüllungen sind meistens auf sekundäre Karies oder Kariesrezidive zurückzuführen.

Sek. Randkaries und Kariesrezidive:

Man muß Sek. Randkaries und Kariesrezidive auseinanderhalten. Die erstere ist durch schlechten Randschluß oder nachträgliche Bakterieninvasion entstanden. Die letztere ist, wie der Name selbst sagt, nichts anderes als zurückgelassene „Kariesmasse", von der aus sich der kariöse Prozeß weiter entwickelt. Wie ich vorher berichtet habe, ist Sek. Karies sehr oft unter Silikatfüllungen zu finden. Diese kann man wohl auf das Eindringen der Karieserreger in den Spalt, der durch die Kontraktion der Silikatfüllungen entsteht, zurückführen. Die Einwirkung der freien Säure auf Zahnbeinkanälchen soll diesen Vorgang begünstigen. Unter Amalgamfüllungen habe ich häufiger Kariesrezidiv als Sek. Karies gefunden. Bei Amalgamfüllungen konnte ich trotz der überstehenden und schlechten Füllungen prozentual weniger Kariesrezidiv und Sek. Randkaries feststellen als bei Silikatfüllungen. In den meisten Fällen waren bei Silikatfüllungen trotz des makroskopisch „gut" aussehenden Zahnbeines die Dentinkanälchen erweitert und mit Erregern verseucht.

Veränderungen in den Dentinkanälchen:

Die Dentinkanälchen sind allgemein unter Amalgam- und Silikatfüllungen etwas erweitert. Amalgamteilchen sind in Dentinkanälchen bei toten Zähnen zu sehen. Die verschiedenen Zonen (Verfettung, Verkalkung etc.), die wegen Stoffwechselstörung unter Karies entstehen, sind gesehen worden.

Sekundärdentinbildung:

Wie Bödecker-Applebaum, Jacques Filderman u. a. angeben, ist eine Sekundärdentinbildung unter Amalgamfüllungen beobachtet worden.

Zusammenfassung.

1. Unter Silikatfüllungen ohne Isolierschicht treten Veränderungen auf. Wir sehen im Dentin eine hellgelbe wolkige Zone. Kariesrezidive (Sek. Karies) sind sehr häufig vorhanden.
2. Unter Goldfüllungen sind keine nennenswerten Veränderungen zu sehen.
3. Unter Edelamalgamfüllungen sind keine Verfärbungen, jedoch Amalgamteilchen in den Zahnbeinkanälchen bei „toten" Zähnen zu finden. Unter der Füllung ist Kariesrezidiv häufig.
4. Unter Cu-Amalgamfüllungen sind Schmelz, Dentin sowie Dentingrundsubstanz verfärbt.
5. Die Dentinkanälchen unter Silikat- und Amalgamfüllungen sind erweitert.

Am Schluß der Arbeit ist es mir ein Bedürfnis, Herrn Prof. Dr. Wannenmacher für die Ueberlassung des Themas sowie für die liebenswürdige Unterstützung bei dieser Arbeit verbindlichst zu danken.

Literatur.

Black, G. V.: Konservierende Zahnheilkunde (Meußer 1914).

Bödecker, C. F. W.: Die Anatomie und Pathologie der Zähne (Wien und Leipzig 1896).

Bödecker, C. F. und Applebaum: Effect of Filling-Materials upon Teeth (The Dental Cosmos Nr. 10 1930).

Chrowell, Walters (Philadelphia, Penns): Physical Chemistry of Dental Cements. The Journal of the Amer. Dent. Assoc. XIV Nr. 6 (1927).

Dulfos, Roger: Lösung des Problems des Pulpaschutzes unter Silikatfüllungen. Semaine dent. 13. 1931 Fort. d. Zahnhlk. Lit. 1932 S. 478. Ref. Heinrich Niemeyer (Delmenhorst).

Euler-Meyer: Pathologie der Zähne (München 1927).

Filderman, Jacques (Paris): Schutz der Pulpa gegen die transparenten Zemente. Spätresultate. Semaine dent. 12 (1930) Fort. d. Zahnhlk. Lit. 1932 S. 469. Ref. Heinrich Niemeyer.

Fischer, G.: Ueber Pulpatod unter Füllungen. Dtsch. Zahnärztliche Wschr. 35 (1932).

Furrer: Die Verkalkungszonen bei der Dentinkaries (Mtschr. f. Zahnhlk. 1922).

Hattyasy, Deszo (Budapest): Untersuchungsergebnisse über die Wirkung einiger Zahnfüllungsmittel auf die Zahnpulpa. Fogorvosi Szemle XXII Nr. 10 1929 Fort. d. Zahnhlk. Lit. 1930 S. 518 Ref. Peter Felcs.

Herper, William E.: Our amalgam failures. — Where is the fault, in the alloy or in the operator? The Dental Digest XXXII Nr. I (1926).

— Amalgam: Its working peculiarities and its operating demands. The Journal of the Amer. Dent. Assoc. XIII Nr. 8 (1926).

Heuser, Fritz: Das Verhalten des Zahnbeins unter Füllungen. Vierteljahresschrift für Zahnheilkunde Heft 3, 1933.

Hopewell-Smith: Adventitious dentin and infection of the dentalpulp. Dental Items of Interest XLII Nr. 7, 8 (1925).

Howe, P. R.: A new research on dental Caries. The Dental Cosmos LXVIII, Nr. 11 (1926).

Mummery, J. H.: Translucent zones in enamel. The British Dental Journal XLVII Nr. 9, 1926.

Pflüger, H.: Die Lebensvorgänge im normalen und kranken Zahnbein. Vierteljahresschrift für Zahnhlk. 1933 S. 45.

Radosevic, E.: Das Grundprinzip des Stoffwechsels in Zähnen. D. Mschr. f. Zahnhlk. XLV Nr. 4, 1927.

Witzel, A.: Das Füllen der Zähne mit Amalgam. (Berl. Verlagsanstalt 1899).

Lebenslauf.

Ich, Shanti B. Seth, bin als Sohn des Gutsbesitzers Manorath P. Seth und seiner Ehefrau Mohna Dewi Seth in Biswan (Brit.-Indien) am 8. August 1908 geboren. Von 1918 bis 1925 besuchte ich die theosophische Schule zu Benares, die ich 1925 mit dem Maturitätszeugnis verließ. Im Jahre 1931 legte ich das B. Sc. Examen an der Universität zu Benares ab. Von 1931 studierte ich Zahnheilkunde an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin. Im Februar 1934 bestand ich die zahnärztliche Vorprüfung, und am 14. April 1936 machte ich das Staatsexamen, das ich mit „sehr gut" bestand.